

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 62-065326

(43)Date of publication of applicati n : 24.03.1987

(51)Int.Cl.

H01L 21/30
G03F 7/20

(21)Application number : 60-204214

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 18.09.1985

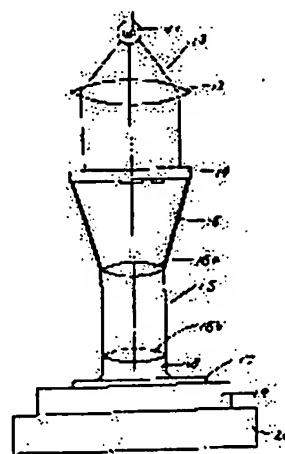
(72)Inventor : MORIUCHI NOBORU

(54) EXPOSURE DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To improve resolving power, dimension controlability and yield of members to be processed by a method wherein liquid with a refractive index almost equivalent to or slightly less than that of a lens is laid between the lens and a member to be processed or between the lens and a mask for exposing the member.

CONSTITUTION: The light emitted by another lens 15b of a lens system 15 for reducing in scale reaches a wafer 17 through the intermediary of water 18 to pattern-expose a resist on the surface of wafer 17. In order to immerse the space between the lens 15b and the wafer 17 for exposure, overall surface of wafer 17 is preliminarily immersed in water for exposure by step and repeat process due to the close contact between the lens 15b and the wafer 17 or the wafer 17 is successively scanned for exposure while supplying water for the exposed parts immediately before immersion-exposure. Besides, a chuck plate 19 is fixed on XY moving stage to arrange the wafer 17 on the specified position to be exposed.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭62-65326

⑬ Int. Cl.⁴

H 01 L 21/30
G 03 F 7/20

識別記号

庁内整理番号

Z-7376-5F
7124-2H

⑭ 公開 昭和62年(1987)3月24日

審査請求 未請求 発明の数 2 (全5頁)

⑮ 発明の名称 露光装置

⑯ 特 願 昭60-204214

⑰ 出 願 昭60(1985)9月18日

⑱ 発 明 者 森 内

昇

青梅市今井2326番地 株式会社日立製作所デバイス開発セ
ンタ内

⑲ 出 願 人 株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

⑳ 代 理 人 弁理士 小川 勝男

外1名

明 細 書

発明の名称 露光装置

特許請求の範囲

1. 露光照明系からの光をマスク及びレンズを介して設置台上に配置される被処理部材上に照射してパターン露光を行なうようにした露光装置において、前記レンズと被処理部材の間あるいは前記レンズと前記マスクの間に前記レンズの屈折率と略等しいか、あるいは前記レンズの屈折率よりやや小さい屈折率の液体を介在させて露光するようにしたことを特徴とする露光装置。
2. 前記液体として水を用いてなる特許請求の範囲第1項記載の露光装置。
3. 露光照明系からの光をマスクを介して設置台上に配置される被処理部材上に照射してパターン露光を行なうようにした露光装置において、前記設置台は被処理部材を所定温度に設定するための加熱装置を備え、前記所定温度にてパターン露光を行なうようにしたことを特徴とする露光装置。
4. 前記設置台は、前記被処理部材に対し溶脱自

在の真空吸着方式を用い、かつ前記加熱装置を有するプレートチャックとこのプレートチャックが取付けられ、移動自在なステージとからなる特許請求の範囲第3項記載の露光装置。

5. 前記加熱装置として、ヒータあるいは高温の液体を循環させる装置を用いてなる特許請求の範囲第3項又は第4項記載の露光装置。

6. 前記所定温度として約100℃を用いてなる特許請求の範囲第3項ないし第5項のいずれかに記載の露光装置。

発明の詳細な説明

〔技術分野〕

本発明は露光装置に関するものである。

〔背景技術〕

近年、超LSIやLSIにおけるデバイスの微細化が進展するにつれて、露光装置でも解像度を一層上げる必要があり、又寸法制御性の向上を一層図る必要がある。そしてLSIにおける歩留の向上を図る必要がある。

露光装置の解像度Rは、露光波長をλ、光学系

の開口数 $N.A.$ とすると、

$$R \propto \frac{\lambda}{N.A.} \quad \dots\dots(1)$$

の関係があり、また光学系の開口数 $N.A.$ は対物レンズの物点側媒質の屈折率を n 、開口半角を θ とすると、

$$N.A. = n \sin \theta \quad \dots\dots(2)$$

の関係がある。

従って、解像度 R を上げるには、 $(1)\lambda$ を小さくするか、 $(2)N.A.$ を大にする、即ち θ を大にするか、 n を大にすればよい。

そこで、 n を大にして、 $N.A.$ を大にし、解像度 R を上げることが考えられる。

一方、レジストに露目して解像度や寸法制御性の向上を図ることが考えられる。

即ち、通常の露光装置内のウエハは室温と同温度に維持されている。しかし、この温度でも、 Ag_2Se/Ge_xSe_{1-x} 系レジスト（ネガ形レジスト）および通常使用されているポジ形レジスト系内では感光基のレジスト内での拡散が知られており、前者のレジストについてはコントラストエン

ハンスメント (contrast enhancement) 効果が、後者のレジストについては定在波効果の低減という効果が、夫々知られている。なお Ag_2Se/Ge_xSe_{1-x} 系で Ag の拡散によりコントラストエンハンスメントを行なうことについては R. G. Vodinsky and L. T. Kemever, "Ge-Se based resist system for submicron VLSI Application," SPIE vol 394, (1983) に記載されている。

先ず、前者の Ag_2Se/Ge_xSe_{1-x} 系レジストについていえば、第2図(a)で示すようにマスク1（マスク基板2にパターン3を形成してなるもの）に露光照明系からの光が照射されると、ウエハ4表面の Ag_2Se/Ge_xSe_{1-x} 系レジスト5（ネガ形レジスト）では、室温において露光された部分5a（斜線で示す部分）へ矢印で示すように周囲から感光基の拡散が起り、現像液に不溶化する。この場合のレジスト位置 x に対する光強度は通常向図(b)に示す如くなり、これに対しレジストの反応度は同図(c)のイの如く立上った特性がみられる。この特性では立上り立下り部分の段差がそれ

ほど高くなく解像度が十分でないことが判る。そこで解像度を向上させるには露光部分5aへの感光基の拡散の段差を大にしてやればよい。この対策をどうすべきかが問題となっている。

また後者のポジ形レジスト系では第3図の如くウエハ4表面のポジ形レジスト6が定在波効果により境界部分で波形に露光され、7で示す部分では光が吸収されレジストが分解されている。しかし室温においても前述したように感光基の拡散が起り、この定在波効果が低減された状態となっているが、寸法制御性の面で不十分である。そこで寸法制御性の向上を図るには、定在波効果のより一層の低減を図ることが必要であり、その対策をどうすべきかが問題となっている。

このように、レジストについては、解像度の向上や寸法制御性の向上対策が問題となっている。

以上から、露光装置の解像度 R の向上、レジストに露目した場合の解像度及び寸法制御性の向上を図ることは、ますます微細化していくLSIの歩留の向上を図るうえできわめて重要な課題となっている。

〔発明の目的〕

本発明の目的は、解像度や寸法制御性の向上を図り、もって被処理部材の歩留の向上を図るようにした露光装置を提供することにある。

本発明の前記ならびにそのほかの目的と新規な特徴は、本明細書の記述および添付図面からあきらかになるであろう。

〔発明の概要〕

本題において開示される発明のうち代表的なもの概要を簡単に説明すれば、下記のとおりである。

すなわち、縮小投影露光装置において、縮小レンズ系のレンズとウエハ面との間に、レンズの屈折率よりやや小さい屈折率の液体たとえば水を介在させて露光を行なうことにより高い解像度を得るようにし、もって被処理部材であるウエハの歩留の向上を図るようにしたものである。

また露光装置において、パターン露光されるウエハが配置される載置台に、ウエハを所定温度に加熱設定するための加熱装置を内蔵させ、露光し

ながらウエハ表面に形成したレジスト内の感光基の拡散を十分に図るようにし、レジストについての解像度の向上や寸法制御性の向上を図り、もって被処理部材であるウエハの歩留の向上を図るようにしたものである。

〔実施例1〕

第1図は本発明による露光装置の一実施例を示し、特に縮小投影露光装置の場合を示している。ここでは被処理部材としてウエハに適用した場合を例にとり、以下本発明を説明する。

11は水銀ランプ、12は集光レンズであって、これらの水銀ランプ11と集光レンズ12は露光照明系13を構成する。水銀ランプ11からの光は集光レンズ12を介してマスクとしてのレチクル14に照射され縮小レンズ系15の一方のレンズ15aに入射される。16は筒状の部材で内面側に反射防止膜が被覆されている。縮小レンズ系15の他方のレンズ15bとウエハ17表面との間には、レンズ15bの屈折率よりやや小さい屈折率の液体、ここでは水18を介在させてある。

することができるよう構成されており、XY移動ステージ20の移動によりウエハ17を露光すべき所定位置に合せることができる。

このように構成された露光装置においては、解像度を上げるために(2)式の屈折率 n を大きくするようにしている。媒質の屈折率 n としては液没の原理よりレンズ15bの屈折率と略同等か、それよりやや小さい屈折率であればよい。従って、レンズ15bの屈折率と略同等か、あるいはそれよりもやや小さい屈折率の液体、ここでは水18を用いている。水18(屈折率 $4/3$)は空気よりも屈折率が高い。レンズ15bとウエハ17間に水18を介在させたことにより光学系、即ち縮小レンズ系15の開口数N.A.を大にすることができ、(1)式の解像度を著しく上げることができる。そして被処理部材であるウエハ即ちLSIの歩留の向上を図ることができる。

〔実施例2〕

本発明の第2実施例について第1図を用いて説明する。第1図における水18による液没を用い

従って縮小レンズ系15の他方のレンズ15bから射出される光は、水18を介してウエハ17上に達する。そしてウエハ17表面のレジストがパターン露光されることになる。ここでレンズ15bとウエハ17間に水18を液して露光するためには、レンズ15bとウエハ17間がきわめて接近しているの、ウエハ17表面全体に予め水を液してからステップアンドリピート方式でウエハ17全体を露光してもよいし、またはウエハ17上を順次スキャンして次々露光していく箇所毎に、その都度露光前にその露光しようとする部分(チップを4個ずつ露光するなら、該当する4つのチップ分)のウエハ17上に水を盛りながら液没露光を行なってもよい。19はウエハ17が配置されるチャックプレート(ウエハチャック)であって、このチャックプレート19は真空吸着方式を用いて、ウエハ17を所定位置に吸着保持するものである。このチャックプレート19はXY移動ステージ20に取付けられている。このXY移動ステージ20は水平方向(X-Y方向)に自由に移動

ず、チャックプレート19は、更にウエハ17従って表面のレジストを所定温度たとえば約100℃に加熱設定するための加熱装置を内蔵する構成とする。この所定温度はレジストの種類に合せて選択される。通常は100℃前後が選択される。

更にここでは図示していないが、加熱装置としては、ヒータ(たとえば抵抗ヒータなど)や高温の液体を循環させてなる装置などが用いられ、露光中所定温度が維持されるように構成されている。所定温度に保つべく一定制御される構成でもよい。

ウエハ17を室温よりも高い温度で、ここでは約100℃で第1図装置により露光を行なう。

先ず、レジストが Ag_2Se/Ge_xSe_{1-x} 系レジストである場合においては、高温(約100℃)で露光することにより、レジスト内の感光基の拡散を一層促進させることができ、ウエハ17表面の露光部分のレジストの反応度は第2図(c)で示すロの如くなり、露光された部分と、露光されない部分との段差がきわめて大となる。これは露光部分5aでの感光基の拡散が十分に行なわれたこと

を示している。このようにコントラストエンハンスメント効果の増大により解像度を一層上げることができ、ウエハ即ちLSIの歩留の向上をより一層図ることができる。

次にレジストとしてポジ形レジストを用いた場合について説明する。この場合には前述した如く定在波効果が顕著に現われるので、本発明では高温(約100℃)で露光を行なうことにより、この定在波効果を著しく低減させるようにしている。即ち、高温で露光を行なうと、レジスト中で分解、未分解の感光基の拡散を著しく促進させることができ、しかもこのような拡散をさせながら露光を行なうことができるので、第3図の露光部分6aでは分解、未分解の感光基が混り合い、ぼかされたような状態となる。この結果レジスト6の露光された部分と露光されない部分との境界部分では境界面が点線へ、ニで示す如く直線的となり定在波効果を著しく低減させることができる。従ってレジストパターンひいてはデバイスパターンの寸法制御性の向上が図られ、もって被処理部材としてのウエハ、即ちLSIの歩留の向

上を図ることができる。

[効果]

- (1) 液浸の原理を用いて光学系の開口数N.A.を大きくすることにより高い解像度が得られ、被処理部材(たとえばLSIウエハ)の歩留の向上を図ることができる。
- (2) 高温処理を施す(高温で露光するか、露光後高温処理を施す)ことによりレジスト内での感光基の拡散を著しく促進させることができ、コントラストエンハンスメント効果の増大を図ることができ、従って解像度を著しく上げることができ、もって被処理部材(たとえばLSIウエハ)の歩留の向上を図ることができる。
- (3) 高温処理を施す(高温で露光するか、露光後高温処理を施す)ことによりレジスト内での感光基の拡散を著しく促進させることができ、定在波効果を著しく低減させることができ、従って寸法制御性の向上を著しく図ることができ、もって被処理部材(たとえばLSIウエハ)の歩留の向上を図ることができる。

以上本発明者によってなされた発明を実施例にもとづき具体的に説明したが、本発明は上記実施例に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可能であることはいうまでもない。たとえば、実施例1においては、レンズ15bとウエハ17間に液体を介挿させた場合であるが、レンズ15aとマスクとしてのレチクル14間に液体を介挿させてもよい。第1図では筒状部材16内に液体を充填してやればよい。筒状部材16の如きものが配設されていない露光装置では、筒状部材16と同様の部材を適宜用いればよい。

また実施例2では高温で露光しているが、露光後ウエハ17全体をチャックプレート19に内蔵された加熱装置により一挙に高温熱処理(所定温度で)をしてもよいし、また露光装置とは別に設けた加熱装置により高温処理をしてもよい。これらの場合も前述したと同様の作用効果を奏する。しかし実施例2の方が、工程の短縮が図られ、スループットの向上が図られる。

更に本発明は実施例1と実施例2とを併用した

露光装置、即ち実施例1の液浸と実施例2の加熱装置内蔵のチャックプレート19とを併用した露光装置、たとえば縮小投影露光装置を用いてもよい。この場合、特にネガ形レジストの場合にはより高い解像度を得ることができ、またポジ形レジストの場合には解像度及び寸法制御性の向上とを図ることができる。

[利用分野]

以上の説明では主として本発明者によってなされた発明をその背景となった利用分野である被処理部材としてのウエハのパターン露光に適用した場合について説明したが、それに限定されるものではなく、たとえばレチクルなどのパターン形成のための露光全般に適用できる。本発明は被処理部材として、少なくとも露光を必要とされるものには適用できる。

図面の簡単な説明

第1図は本発明による露光装置の一実施例を示す簡略構成図、

第2図(a)~(c)および第3図は本発明を説明する

ための図である。

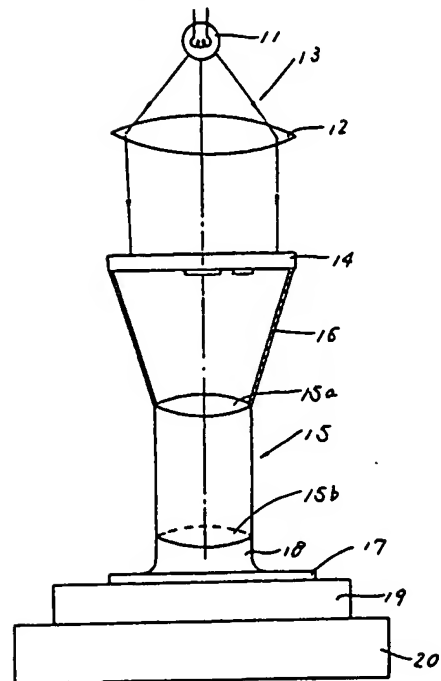
11…水銀ランプ、12…集光レンズ、13…
露光照明系、14…レタクル、15…縮小レンズ
系、15a、15b…レンズ、16…筒状部材、
17…ウエハ、18…水、19…チャックブ
レート、20…XY移動ステージ。

代理人 井理士

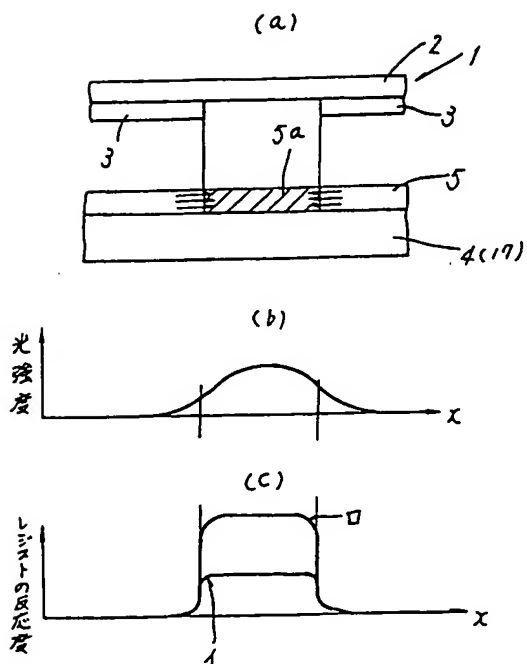
小川 勝 男



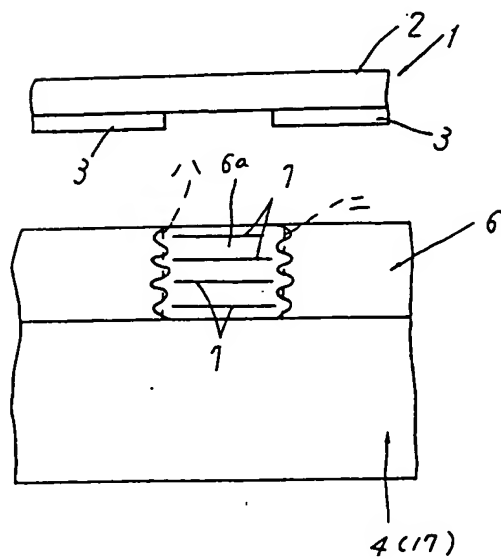
第 1 図



第 2 図



第 3 図



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 62-121417

(43)Date of publication of application : 02.06.1987

(51)Int.Cl. G02B 21/02
// G02B 21/00

(21)Application number : 60-261018

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 22.11.1985

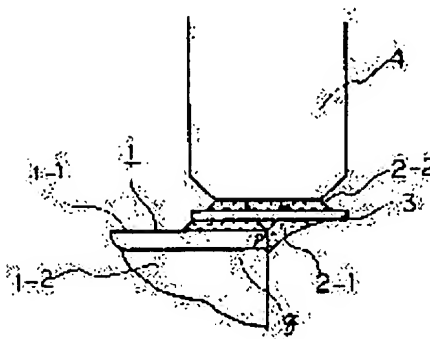
(72)Inventor : NAKAZAWA KOJI

(54) LIQUID-IMMERSION OBJECTIVE LENS DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To make a high-resolution observation without flowing out a liquid medium even when the end part and peripheral part of a sample are observed through a microscope by laminating the media of different quality in layers as a medium to be interposed between the tip of an objective lens and the sample to be observed.

CONSTITUTION: Plate glass 3 is stuck on the objective lens 4 by an oil film 2-2. An oil film 2-1, on the other hand, is dripped on the surface of the sample 1 and the objective lens 4 is put close to a focusing position, so that the oil film 2-1 sticks on the transparent glass 3 as an intermediate medium. At this time, the oil film 2-1 becomes sufficiently thin, so the oil film is held with its surface tension and prevented from flowing out of the end part of the sample 1. Consequently, the vicinity of the end part point P of the sample 1 which can not be observed by a conventional oil-immersion observing method because the oil flows out can be observed by oil immersion.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

⑨ 日本国特許庁(JP) ⑩ 特許出願公開
 ⑪ 公開特許公報(A) 昭62-121417

⑫ Int.Cl.⁴ 識別記号 庁内整理番号 ⑬ 公開 昭和62年(1987)6月2日
 G 02 B 21/02 8106-2H
 // G 02 B 21/00 7370-2H
 審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑭ 発明の名称 液浸対物レンズ装置

⑮ 特 願 昭60-261018

⑯ 出 願 昭60(1985)11月22日

⑰ 発 明 者 中 沢 宏 治 横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所生産技
 術研究所内

⑱ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

⑲ 代 理 人 弁理士 小川 勝男 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

液浸対物レンズ装置

2. 特許請求の範囲

1. 対物レンズ先端と被観察試料との間に、少なくとも液体の媒体を介在させる液浸対物レンズ装置において、前記対物レンズ先端と前記被観察試料との間に介在させる媒体を、複数の異質の媒体で層状に積層したことを特徴とする液浸対物レンズ装置。
2. 特許請求の範囲第1項記載のものにおいて、対物レンズ先端と被観察試料との間に介在させる媒体を、屈折率の異なる複数の媒体で層状に積層したものである液浸対物レンズ装置。
3. 特許請求の範囲第1項または第2項記載のもののいずれかにおいて、対物レンズ先端と被観察試料との間に介在させる媒体は、液体媒体中に、透明な固体により形成された中間媒体を導入させ層状に積層するものとし、前記液体媒体は油とし、少なくとも中間媒体と

被観察試料との間に表面張力を発生する油膜を形成せしめたものである液浸対物レンズ装置。

4. 特許請求の範囲第3項記載のものにおいて、液体媒体中の中間媒体を透明な平面状の板ガラスとしたものである液浸対物レンズ装置。
5. 特許請求の範囲第3項記載のものにおいて、液体媒体中の中間媒体を透明な円平面状の板ガラスとしたものである液浸対物レンズ装置。
6. 特許請求の範囲第3項記載のものにおいて、液体媒体中の中間媒体を透明な板ガラスとし、この板ガラスをリングに固定し、このリングを対物レンズ先端部の外周に、特定制印を摺動可能に装備したものである液浸対物レンズ装置。

3. 発明の詳細な説明

(発明の利用分野)

本発明は、液浸対物レンズ装置に係り、液体媒体の流動を防止するのに好適な液浸対物レンズ装置に関するものである。

特開明62-121417(2)

〔発明の背景〕

顕微鏡観察によりICパターンや磁気ヘッド等の微細な寸法形状を $0.1\mu\text{m}$ オーダーの高精度で測定する場合、乾燥系対物レンズよりも液浸対物レンズの方が解像力が高いため有利となるが、液浸対物レンズでは、対物レンズと被観察試料（以下単に試料という）との間に油膜など液体媒体を介在させることが必要になる。

従来の液浸対物レンズ装置による観察について第9図および第10図を参照して説明する。

第9図は、従来の液浸対物レンズ装置の断面図、第10図は、第9図の装置による試料の端部観察状態を示す説明図である。

従来の液浸対物レンズ装置では、第9図に示すように、対物レンズ4の先端に油などの液体媒体2を塗布して試料1を観察するようになっている。

液体媒体2の屈折率を n_2 とすると、対物レンズの性能を表す開口数 NA は次式で与えられる。

$$NA = n_2 \cdot \sin \theta_2 \quad \text{..... (1)}$$

ただし、 θ_2 は光軸上の物点0から対物レンズ4に入射する角度の最大値である。

ところで、顕微鏡の分解能 δ は、使用する光の波長を λ として、

$$\delta = \lambda \cdot \frac{1}{NA} \quad (\lambda: \text{波長}) \quad \text{..... (2)}$$

で与えられる。

液浸対物レンズでは、液体媒体2の屈折率 n_2 が、乾燥系対物レンズにおける空気屈折率 n_0 、 n_0 に比べて大きく、 $n_2 > n_0$ となるので、対物レンズの分解能 δ は液浸系の方が乾燥系よりも優れている。そこで、サブミクロン・オーダーの微細な寸法形状を顕微鏡観察する場合、液浸対物レンズの方が高精度な観察が可能となる。

例えば、上式で $\lambda = 0.6$ 、 $\lambda = 0.58\mu\text{m}$ とし、100×対物レンズにおける $\sin \theta_2 = 0.93$ とすると、市販されている顕微鏡用の油の屈折率 $n_2 = 1.5$ であるから、 $\delta = 0.25\mu\text{m}$ の分解能が液浸対物レンズにおいて得られるが、乾燥系対物レンズでは、 $\delta = 0.57\mu\text{m}$ となる。

試料上の観察点が試料の平面内にある場合は、液浸対物レンズを使う上で問題は生じないが、第10図に示すごとく、試料1の周辺部や端部を観察する場合は、液体媒体2の油膜が流出してしまい、液浸観察が不可能となる。ここで100×対物レンズの場合、一例として、作動距離 $d = 0.23\text{mm}$ 程度である。

なお、上記の顕微鏡の分解能や対物レンズの種類等に関しては、例えば、筒井他2名、応用工学概論、金原出版（昭和44年2月）、P.87に記載されている。

〔発明の目的〕

本発明は、前述の従来技術の問題点を解決するためになされたもので、試料端部や周辺部を顕微鏡観察する場合でも、対物レンズ先端と試料との間に介在する液体媒体が流出することなく、高分解能の観察を可能にする液浸対物レンズ装置の提供を、その目的としている。

〔発明の概要〕

本発明に係る液浸対物レンズ装置の構成は、

対物レンズ先端と被観察試料との間に、少なくとも液体の媒体を介在させる液浸対物レンズ装置において、前記対物レンズ先端と前記被観察試料との間に介在させる媒体を、複数の異質の媒体で層状に積層したものである。

なお、行記すると、対物レンズ先端と被観察試料との間に介在させる媒体は、液体媒体中に、透明な固体により形成された中間媒体を導入させ層状に積層するものとし、前記液体媒体は油とし、少なくとも中間媒体と被観察試料との間に界面張力を発生する油膜を形成せしめたものである。

すなわち、本発明では、液浸対物レンズの作動距離を見かけ上小さくし、試料上の油膜厚さを減少させることにより油膜の流出を防止している。

また、使用する液体媒体の油の粘度を大きくすることにより油膜の流動を防止している。その結果、試料の端部や周辺部についても、液浸対物レンズにより高精度な観察を可能にしたもの

特開昭62-121417(3)

のである。

(発明の実施例)

以下、本発明の各実施例を第1図ないし第9図を参照して説明する。

まず、第1図は、本発明の一実施例に係る液浸対物レンズ装置による試料端面観察状況を示す断面図、第2図は、本発明の他の実施例に係る液浸対物レンズ装置による開口部の改善を示す断面図である。

なお、各図において、第9図と同一符号のものは従来技術と同等部分を示しており、対物レンズ4は外形を示しているが、その内容は第9図に示したレンズ構成と同じものである。

第1図において、2-1、2-2は、対物レンズ4先端と被観察試料(以下単に試料という)1との間に介在させる液体媒体に係る油による油膜を示す。3は、液体媒体中の中間媒体を構成する薄い平板状の透明な板ガラスである。

このように、本実施例では、油膜2-1、板ガラス3、油膜2-2が層状に積層して媒体を

形成している。

その各膜の形成の仕方と作用を説明する。

まず、板ガラス3を油膜2-2により対物レンズ4に付着させておく。一方、試料1の表面に油膜2-1を滴下していき、前記対物レンズ4を合焦点位置まで近づけると、油膜2-1は中間媒体である透明ガラス3に付着する。このとき、油膜2-1の厚さは十分に厚くなっているので、油膜の表面張力により第1図のように油膜が保持され、試料1の端面から流出することを防止できる。

したがって、従来の液浸観察では、油が流出して観察できなかった試料1の端面P点近傍を油浸観察することが可能である。

一例として、対物レンズ4の作動距離を0.23mmとし、板ガラス3を0.09mmの板厚にすると、油膜2-1、2-2は、各々0.07mm程度の厚さとなる。また、対物レンズ4先端の油膜と接する直径は、例えば5mmで、板ガラス3の直径はこれより多少大きめに作ることができる。

油膜2-1、2-2の屈折率は異なる値をもつように別々の油を用いることもできるが、一般的には同一の油を用いて同じ屈折率とすることができ、例えば屈折率 $n_3=1.5$ である。また、板ガラス3の屈折率は通常は上記油の屈折率と同一になるような材質を選ぶことができるが、別の屈折率とすることもできる。

油膜2-1、2-2および板ガラス3の屈折率をみな同一の $n_3=1.5$ とした場合には、光学的には、第9図に示した従来の液浸対物レンズ装置と全く同じになり、ただ板ガラス3が油膜の形状を保持しているという点のみが異なる。

油膜と板ガラスの屈折率を異ならせた他の実施例が第2図に示すものである。

第2図の液浸対物レンズ装置では、油膜2-1の屈折率を相対的に大きく、例えば $n_1=1.6$ とし、板ガラス3の屈折率を小さく、例えば $n=1.45$ とする。

このように、屈折率を調整することにより、対物レンズ4に対する最大入射角は、第9図に

示したと同じ θ_1 にしながら、試料1表面の光軸上の観察点Qから対物レンズ4に向う光の光軸となす最大角度 θ_2 を、 $\theta_2>\theta_1$ と大きくすることにより、先に図式で示した開口数NAを従来より大きくでき、対物レンズの分解能を従来より向上させることができる。

なお、前述の第1、2図の液浸対物レンズ装置において、板ガラス3、3'を対物レンズ4の先端に吸着または吸着可能にすることにより、油膜2-2は省くことができる。

また、板ガラス3を、試料1の上に密着してのせることを可能にすることにより、油膜2-1を省くことができる。

さらに、特殊な例として、油膜2-1に、例えば粘性の高い油を用いることができれば、板ガラス3を用いることなく、油膜2-2を油膜2-1の上に直接形成することが可能である。

このとき、対物レンズ4の作動距離を d とし、油膜2-2の厚さは0~ d の間で可変であり、これに対応して油膜2-1の厚さは $d\sim 0$

特開昭62-121417(4)

の間で可変である。

また、さらに特殊な例として、第2図に示した層状に積層された複数の媒体、すなわち油膜2-1、2-2、板ガラス3の各層のうちの一層を、空気層または真空層（屈折率 $n=1$ ）とすることも可能である。

例えば、試料1に接する油膜2-1に相当する層に、屈折率の非常に高い物質（例えば $n=2$ ）を使い、板ガラス3に相当する層を空気層として、各層の厚さを調整すれば、対物レンズに対する最大入射角 θ_1 を従来と等しくすることが可能である。

なお、第1図に示すように、試料1の表面に透明な保護膜1-1が形成されていて、この保護膜1-1を通して素子1-2の端面、例えばA点を観察するような場合もある。

このような場合は、保護膜1-1の厚さを十分厚く形成することにより油膜部の厚さを薄くして油膜の漏出を防止することができ、板ガラス3を用いずに油浸観察を行うことも可能である。

第3図に示す実施例は、液体媒体に係る油膜2-1、2-2間に、中間媒体に係る透明な板ガラス3が介入されており、この板ガラス3はリング6に固定されている。このリング6は、対物レンズ4の外周面に、上下方向に特定制動を施すことができるように設けられている。5は、リング6が対物レンズ4から抜けるのを防止するストッパである。

リング6の内側は油膜2-2で満たされており、リング6の上下動により板ガラス3と対物レンズ4先端との間の油膜が途切れることがないように構成されている。

このように、中間媒体に係る板ガラス3を対物レンズ4側に拘束することにより、第1、2図に示したような油浸観察の作業性が著しく向上する。

次に、本発明のさらに他の実施例を第4図を参照して説明する。

第4図は、本発明のさらに他の実施例に係る液浸対物レンズ装置の構成図で、図中、第2図

る。

ところで、第1図に示すように、試料1の端面、周辺部を観察する液浸対物レンズ装置の構成では、試料1を対物レンズ4から遠ざけた場合、板ガラス3は、油膜の接触面積の大きい対物レンズ4側に付着するので都合がよい。

しかるに、試料1の端面、周辺部を観察する第1図の場合と違って、試料1の中央平面部を観察する第2図の例では、板ガラス3の上下面の油膜接触面積はほぼ等しいので、試料1を対物レンズ4から遠ざけた場合、板ガラス3が、対物レンズ4と試料1とのどちら側にも付着して振るかは一概に決まらず、試料の場所を変えて観察を継続するのに作業性が悪くなる。

そこで、これを改善した液浸対物レンズ装置が第3図に示すものである。

第3図は、本発明のさらに他の実施例に係る液浸対物レンズ装置の構成図であり、図中、第1図と同一符号のものは、同部部分であるから、その説明を省略する。

と同一符号のものは同部部分であるから、その説明を省略する。

前述の第1図ないし第3図の装置では、中間媒体は平面状の板ガラスを用いたものであるが、第4図の例は、油膜中の中間媒体に、球面状または非平面状の板ガラス3'を用いたものである。

本実施例によれば、先の実施例と同様の効果が期待されるほか、中間媒体の介入によって生じる球面収差を改善することも可能である。

次に、液浸対物レンズ装置による観察の具体例を第5図ないし第8図を参照して説明する。

第5図は、第1図の装置による油浸観察例を拡大して示す説明図、第6図は、その顕微鏡観察像、第7図は、第6図のイメージ面上の輝度信号図、第8図は、T/Vモニタ付き顕微鏡装置の構成図である。

第5図に示す油浸観察では、試料1は、表面に透明な保護膜1-1が形成されたもので、素子1-2端面のパターン形状を観察するも

特開昭62-121417(5)

のである。

素子1-2は、特定の点 ϕ 、油膜 δ 、波長 λ で示される形状を有している。

素子1-2上の端面近傍の特定の点 ϕ に矢印のように入射して反射した光は、保護膜1-1の端面 M 上で全反射し、矢印のように対物レンズ4に戻るため鏡像 ϕ' を形成する。

このように、保護膜1-1の端面 M で全反射させるためには、保護膜1-1の屈折率を油膜2-1の屈折率より大きくしなければいけない。例えば、油膜2-1の屈折率 n_2 を1.5とし、保護膜1-1の屈折率 n_1 を1.63とすれば、上記のように全反射するための臨界角は 67° となる。

このような油浸観察を行うアソモニタ付顕微鏡装置の構成を第8図に示す。

第8図において、1は試料、4は、顕微鏡の対物レンズで、液浸対物レンズ装置を構成している。7は、顕微鏡の鏡筒、8は、顕微鏡に搭載したTVカメラ、9は信号処理回路、10は、モニタ用のディスプレイ装置である。

第5図に示すように、液浸対物レンズ装置で観察したときの、顕微鏡像は第6図に示すようになり、実際の実像パターンに対応して、放線状の鏡像パターンが観察される。

いま、第8図に示したように、液浸対物レンズ装置を備えた顕微鏡にTVカメラ8を搭載し、顕微鏡画像をディスプレイ装置10上に送り出すと、第6図の $L-L'$ 断面上の輝度信号は、第7図に示すようになり、実像と鏡像の境界上の ϕ 点と、パターン投写部 ϕ 点は帯いため同図のように落ち込んだ放線形状となる。

したがって $\phi-\phi'$ 間の距離 ϕ を、乾物系対物レンズでは観察することのできなかった $0.1\mu m$ オーダーの縮小寸法まで、高精度に測定することができる。

〔発明の効果〕

以上述べたように、本発明によれば、試料端面や側面を顕微鏡観察する場合でも、対物レンズ先端と試料との間に介在する液体媒体が流出することなく、高分解能の観察を可能にする

液浸対物レンズ装置を提供することができる。

4. 図面の簡単な説明

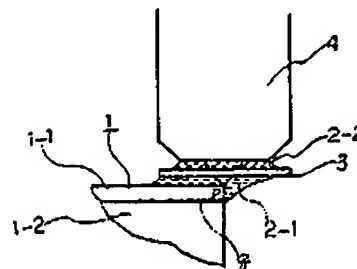
第1図は、本発明の一実施例に係る液浸対物レンズ装置による試料端面観察状況を示す構成図、第2図は、本発明の他の実施例に係る液浸対物レンズ装置による開口部の改善を示す構成図、第3図は、本発明のさらに他の実施例に係る液浸対物レンズ装置の構成図、第4図は、本発明のさらに他の実施例に係る液浸対物レンズ装置の構成図、第5図は、第1図の装置による端面観察例を拡大して示す説明図、第6図は、その顕微鏡観察像、第7図は、第6図の $L-L'$ 面上の輝度信号線図、第8図は、アソモニタ付き顕微鏡装置の構成図、第9図は、従来の液浸対物レンズ装置の断面図、第10図は、第9図の装置による試料の端面観察状態を示す説明図である。

- 1…試料 2-1, 2-2…油膜
3, 3', 3A…板ガラス 4…対物レンズ
6…リング

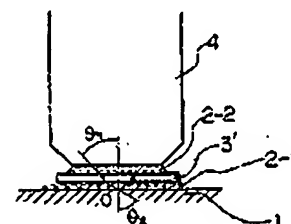
代理人弁護士 小川 勝 男



第 1 図

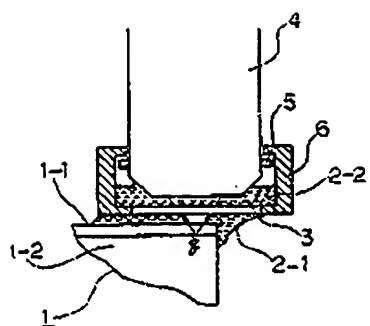


第 2 図

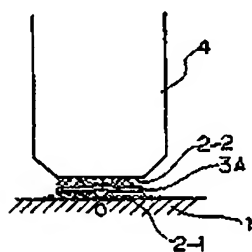


特開昭62-121417 (6)

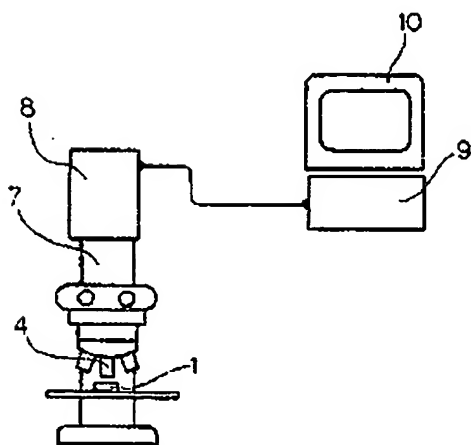
第 3 回



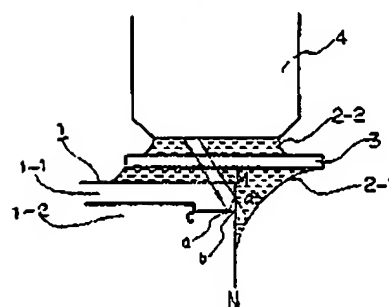
第 4 图.



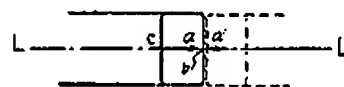
第 8 圖



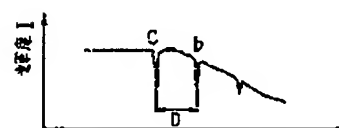
第 5 圖



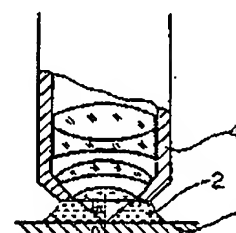
第 6 图



第 7 圖



第 9 図



第 10 圖

